

Traitement des Dystrophies Rachidiennes de Croissance (DRC) dans sa forme commune

DELPONT M, JOLY MONRIGAL P, NEAGOE P, LOUAHEM D,
JEANDEL C, ALKAR F, PATTE K, COTTALORDA J

*Service de chirurgie infantile - CHU de Montpellier
Service de MPR - Institut Saint-Pierre - Palavas les flots*

Holger Werfel Scheuermann, médecin suédois, a décrit en 1920, une hypercyphose thoracique douloureuse de l'adolescent [1] qu'il a rapprochée de la « cyphose de apprentis » décrite elle-même en 1891 par Schanz. La « maladie de Scheuermann » est une maladie de la croissance des corps vertébraux. Elle correspond à une Dystrophie Rachidienne de Croissance : DRC, terminologie que nous utiliserons dans ce chapitre. La prévalence de cette maladie dans la population générale diffère selon les publications entre 2 et 10 % [2]. Ces chiffres sont souvent calculés pour les DRC de forme typique, ce qui les sous-estime. Certaines études montrent qu'elle est plus élevée chez les hommes que chez les femmes [2].

La DRC est une pathologie disco-vertébrale découlant de la nature bipède de l'homme, avec un rachis en position érigée. Elle survient au début de la puberté, vers 11 ans chez la fille et vers 13 ans chez le garçon. Les corps des vertèbres sont alors plus fragiles et vulnérables et les contraintes mécaniques entraînent une irrégularité des contours osseux et des déformations des corps vertébraux [2]. L'étiologie de la DRC est mal connue, mais ses causes sont multifactorielles. C'est une pathologie favorisée par plusieurs facteurs : prédisposition génétique, traumatismes minimes mais répétés (par exemple la pratique intensive de certains sports), notamment entre 8 et 12 ans, c'est-à-dire en pleine période de croissance, perturbation de l'équilibre sagittal du rachis, engendrant des phénomènes microtraumatiques de contrainte répétitifs sur la partie antérieure des corps vertébraux [2-4]. La croissance se ralentit à ce niveau mais reste normale en arrière des corps vertébraux. Ceci favorise une croissance du rachis en cyphose excessive. Les lésions occasionnées au niveau des cartilages et des vertèbres sont irréversibles, bien que la maladie cesse d'évoluer à la fin de la croissance. Des douleurs sont possibles à l'âge adulte, en rapport avec les déformations vertébrales ou en raison de l'apparition

d'une détérioration des disques probablement favorisée par la maladie.

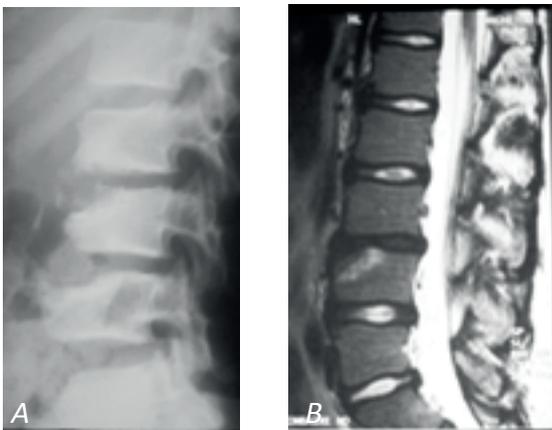
La DRC est caractérisée par une cyphose supérieure à 45°. Sorensen [5] en a précisé, en 1964, les caractéristiques radiologiques, à savoir une cunéiformisation de 3 vertèbres thoraciques adjacentes associée à un angle de cyphose entre Th 5 et Th 12 supérieur à 45°. Le concept de DRC, initialement de localisation strictement thoracique, s'est ensuite étendu à d'autres formes appelées « atypiques ». Ces dernières se distinguent soit par une localisation différente sur le rachis, à savoir thoraco-lombaire et lombaire, soit par la présence de caractéristiques radiologiques différentes. Ainsi de nouveaux critères radiologiques ont été décrits par Cleveland en 1981 [6]. Dans ces formes atypiques, la présence d'une cyphose n'est plus nécessaire. Actuellement, la DRC englobe ces formes typiques et atypiques. Elle est caractérisée par la présence d'au moins deux des critères radiologiques suivants : une cunéiformisation de 3 vertèbres adjacentes de plus de 5° par vertèbre, un angle de cyphose thoracique entre Th 5 et Th12 supérieur à 45° ou des anomalies des plateaux vertébraux.

Le traitement des DRC devrait idéalement être précoce pour profiter de la croissance résiduelle afin de limiter la cyphose. Malheureusement, la première consultation survient le plus souvent chez un sujet au rachis déjà enraidit et douloureux. La kinésithérapie aide la personne affectée à conserver sa motricité et le recours à la chirurgie n'intervient que dans les formes les plus sévères.

1. Quelle est l'évolution naturelle des DRC ?

Il y a 26% d'adultes porteurs de séquelles de DRC [7] et 76% de la population aurait des « nodules de Schmorl » [8]. L'évolution des DRC est d'autant plus péjorative que le début est précoce [4]. Les formes les moins évolutives sont réputées bénignes. En l'absence de dégradation posturale sagittale marquée et de lésions

discales sévères, les douleurs perçues à l'adolescence s'estompent avec la maturité squelettique et les séquelles douloureuses, à l'âge adulte, restent rares [9-10]. Pourtant il est difficile d'imaginer qu'une affection déformante, douloureuse et enraidissante à l'adolescence, soit asymptomatique à l'âge adulte. Les DRC peuvent être associées à des dorsolombalgies persistantes [11-12] et des spondylolyses [13]. La dégénérescence discale est irréversible et peut d'aggraver dès l'adolescence [14-16] (Figures 1a et b). Les cyphoses >70° donnent les résultats fonctionnels les moins bons [17]. Les cyphoses thoraco-lombaires et lombaires (faible incidence pelvienne et faible lordose lombaire) seront moins bien tolérées et se détérioreront plus vite que les cyphoses thoraciques pures. A l'âge adulte, les patients se plaignent rarement de l'aspect esthétique de leur dos mais ont tendance à exercer des métiers moins physiques que les groupes contrôles. Un syndrome restrictif pulmonaire peut être présent, mais seulement dans des cyphoses sévères >85°. Quelques complications neurologiques liées à la cyphose sont possibles mais restent exceptionnelles (troubles sensitifs du tronc, compression radiculaire ou médullaire par hernie, voire myélopathie à l'apex de la cyphose) [18]



Figures 1A et B : *Dystrophie rachidienne lombaire avec atteinte discale et du listel antérieur, confirmée à l'IRM.*

Des travaux récents tendent à classer les différents types de dos selon l'importance des courbures sagittales et des paramètres spino-pelviens. La principale classification de ces types de dos est la classification de Roussouly [19] (Figure 2). Elle se base sur la pente sacrée (PS) et l'incidence pelvienne (IP) pour classer les dos en 4 morphotypes. La pente sacrée est l'angle que forme la tangente du plateau de la première vertèbre sacrée avec l'horizontale. L'incidence pelvienne est l'angle formé par la droite reliant le milieu de l'axe des articulations

coxo-fémorales au centre du plateau sacré avec la perpendiculaire à ce plateau en son centre. L'avantage de l'incidence pelvienne est qu'elle reste globalement constante chez un individu donné et ne varie que très peu avec l'âge. Un dos de type 1 est défini par une PS < 35°, l'IP est donc faible et la lordose lombaire courte et disharmonieuse (c'est ce qu'on appelle communément une cyphose jonctionnelle). Un dos de type 2 équivaut aussi à une PS < 35° avec une IP faible, mais dans ce cas la lordose lombaire est plus longue et harmonieuse. Le dos de type 3 a une PS comprise entre 35 et 45°. Cela correspond à un bon équilibre du rachis. Le dos de type 4 a une PS > 45°, soit une IP forte, ce qui caractérise un rachis avec des courbures marquées. Plus la pente sacrée ou l'incidence pelvienne sont faibles, plus la colonne est raide ou plate, car moins la lordose est marquée. Au contraire, plus ces paramètres sont élevés plus la lordose sera importante. La classification regroupe les morphotypes 1 et 2 comme étant des dos « plats » et les types 3 et 4 comme ayant des courbures plus harmonieuses. De ces types de dos découlent des situations à risques car un dos appelé « plat » ne permet pas une bonne adaptation aux contraintes sur le rachis, notamment en compression mais aussi en hyperextension. Dans la population générale, avoir un dos de type 1 ou 2 de la classification de Roussouly, est un facteur de risque d'apparition des lésions de DRC indépendamment de la pratique du sport [20-21]. Ceci a bien été montré par Jiang [22]. Il a comparé 55 adolescents porteurs d'une DRC par rapport à un groupe contrôle de 60 adolescents sains. Les adolescents porteurs d'une DRC avaient une incidence pelvienne plus faible (32° versus 45°) que les adolescents du groupe contrôle de manière significative.

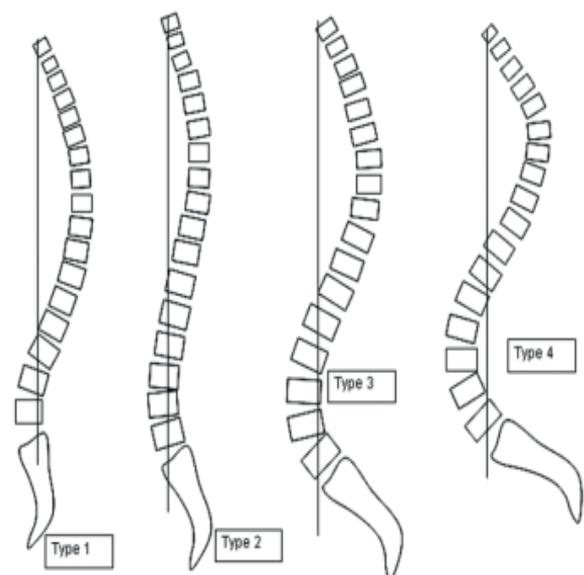


Figure 2 : *Classification de Roussouly.*



Figure 3 : Cyphose jonctionnelle (type 1 de Roussouly).

2. Peut-on enrayer l'évolution ?

Une part de l'évolution de la maladie semble inéluctable. En jouant sur la part imputable aux micro-traumatismes, le but serait de ralentir l'aggravation de la déformation bien qu'à ce jour seuls les traitements orthopédiques correcteurs et chirurgicaux aient montré une efficacité.

2.1. Prévention

Le dépistage des sujets à risques est important, comme ceux ayant des antécédents familiaux, surtout en cas d'incidence pelvienne faible (predisposition aux DRC lombaires et thoracolombaires qui sont les plus mal tolérées à terme). Le traitement préventif doit être instauré dès le plus jeune âge chez un enfant qui présente une cyphose. Il s'agit d'exercices de posture, en rétropulsion des épaules.

Des mesures générales préventives s'imposent :

- Adaptation de la profession. La station assise favorise les contraintes antérieures du rachis. La posture assise avec le dos courbé est donc à éviter autant que possible. Ainsi, la personne souffrant de DRC doit préférer une profession non-assise.
- Adaptation de l'environnement de travail (chaises, tables, plateaux de bureaux). Un tabouret ergonomique (Figure 4) peut être utilisé lors des périodes de station assise prolongées (devoirs, jeux vidéo, etc.). L'enfant n'aura d'autre possibilité que de se tenir droit. Aucune étude n'objective son efficacité. L'ergothérapie peut permettre une adaptation à l'environnement professionnel.
- Adaptation des sports pratiqués; les sports indiqués sont ceux pour lesquels il n'y a pas de chocs, sauts, coups ou chutes.
- Éviter le surpoids avec l'aide d'un nutritionniste si besoin.
- Éviter le port de charges lourdes (cartable).



Figure 4 : Tabouret ergonomique. Le patient s'appuie sur les genoux à la partie antérieure. L'assise est légèrement inclinée. Ainsi, le patient est forcé de se tenir droit et améliore sa posture.

2.2. Quels sports pratiquer ?

Le sport à l'école est rarement contre-indiqué. Tout au plus le médecin rédigea, selon les indications du Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale, une inaptitude partielle contre-indiquant les activités sportives traumatisantes. La pratique sportive peut être encouragée, mais en s'orientant vers le côté ludique plutôt que vers la performance pour essayer de limiter les microtraumatismes. Il faudra surveiller et limiter les efforts, préconiser un sport non traumatisant, aménager des périodes de repos suffisamment longues et compléter le tout par une bonne hygiène de vie. DRC et sport de haut niveau ne sont pas toujours compatibles mais le lien entre pratique sportive intensive et DRC est bien connu [23]. De façon générale, les angulations de la cyphose thoracique et de la lordose lombaire ont tendance à augmenter avec le nombre d'heures d'activités sportives par semaine [24, 27]. La prévalence des DRC lombaires a tendance à augmenter en parallèle avec l'intensité des activités sportives, surtout chez les garçons portant des charges lourdes [25]. Cubillé [26] a étudié dans sa thèse la DRC et ses facteurs associés chez 97 jeunes skieurs de haut niveau. Son étude montre la prévalence élevée des rachialgies et de DRC chez les jeunes skieurs de haut niveau. La pratique intensive du ski alpin en compétition semble être le principal élément responsable de l'apparition de cette pathologie. Les contraintes mécaniques sur le rachis sont tellement importantes que tous les skieurs de compétition sont à risque [26]. La pratique de la gymnastique de façon intensive augmente aussi la cyphose surtout chez les athlètes masculins [27]. L'avis d'un spécialiste sera requis pour évaluer les véritables facteurs de risque. Les sports à éviter de pratiquer de façon intensive seraient les sports à contraintes rachidiennes c'est-à-dire les sports en flexion du rachis qui augmentent la cyphose

dorsale tels que l'escalade [28], la lutte, le rugby, le football, le judo, le hockey sur gazon, le plongeon, le parachutisme, le ski [26,29], le tennis, le tennis de table, le hockey [30], etc. Les sports à privilégier en théorie sont les sports en extension ou ayant une action pour diminuer la cyphose thoracique comme la danse [31], la gymnastique rythmique, le fitness, le volley-ball, le handball, la natation sur le dos, etc. Les résultats sont pourtant discordants selon les auteurs en ce qui concerne le football [32], le volley-ball [33] le handball [34] et le tennis [35]. La natation permet un renforcement musculaire en déchargeant le rachis du poids du corps mais sa pratique intensive (surtout le papillon) peut favoriser une DRC thoracique [30].

En phase douloureuse, le sport sera contre-indiqué pendant quelques temps. Si les douleurs ont complètement disparu et que les signes radiologiques sont stabilisés depuis au moins trois mois, on autorisera la reprise progressive du sport.

La visite de non contre-indication à la pratique d'une activité physique est un moment privilégié de prévention. La vigilance sera de mise lorsque l'activité sportive représente 8 à 10 heures par semaine, lors de l'entrée en sections sportives scolaires, en centres de formation ou en pôles. Un aménagement pourra être proposé à chaque fois que le volume et l'intensité de la pratique semblent inadaptés, mal vécus. Un surclassement pour de la compétition nécessite un bilan médical spécifique.

3. Traitement fonctionnel

3.1. Traitement antalgique

Bien que l'hypercyphose soit thoracique, la zone douloureuse est souvent située en dehors du segment de rachis enraidie par la dystrophie de croissance, en l'occurrence la jonction thoraco-lombaire ou le segment lombaire du rachis. La douleur est de type chronique, d'origine mécanique avec parfois une petite composante inflammatoire et peut évoluer par crises invalidantes. L'ergothérapie, la kinésithérapie et les traitements par ultrasons, lumière infrarouge et électrothérapie permettent d'atténuer les douleurs. Une prise en charge par des algologues pédiatres peut être intéressante.

3.2. Rééducation

Selon une méta-analyse [36], les effets de la rééducation sont importants sur la cyphose thoracique. Il faut faire surtout des exercices de renforcement : abdomino-lombaire, muscles érecteurs du rachis, correction posturale [29]. Les

effets sont beaucoup moins visibles en ce qui concerne la lordose lombaire, pour laquelle il faut faire à la fois du renforcement musculaire et des étirements (chaîne postérieure et psoas). La rétraction des ischio-jambiers est reconnue comme un facteur de risque de décompensation sagittale [37-38] (Figures 5a et 5b). Les exercices de posture du tronc lutteront contre le déséquilibre postérieur, la rétroversion pelvienne, l'antépulsion des épaules et l'attitude de la tête en avant [4]. Malheureusement ces exercices n'enrayent pas l'évolution de la déformation mais permettent de lutter contre la raideur rachidienne, surtout en complément d'un traitement par corset.



Figures 5A et 5B : Adolescent présentant une cyphose thoracique avec une rétractions des ischio-jambiers.

4. Traitement orthopédique par corset

Le traitement orthopédique a deux objectifs :

- ralentir la dystrophie et préserver le disque intervertébral en mettant en décharge la partie antérieure du rachis soumise aux contraintes,
- contrôler la statique vertébrale sagittale au niveau de la cyphose thoracique structuralisée et prévenir l'apparition des courbures compensatrices lombaires et cervicales [36].

Plus le potentiel de croissance est important (inférieur à Risser 2), plus la correction de la déformation peut être durable si l'hyperextension du rachis a permis une reprise de croissance de la partie antérieure des corps vertébraux [39].

Il n'y a actuellement pas de consensus quant au type de corset et à la durée du traitement. L'efficacité du traitement est appréciée sur la restauration de l'équilibre sagittal, sur la correction de la cunéiformisation des corps vertébraux et sur l'apparition de signes de cicatrisation en cas de fracture des listels marginaux. Il est illusoire d'espérer obtenir une correction totale de la cyphose, ni une restitution ad integrum (sauf pour des formes très précoces). Les disques restent pincés et la correction de la cunéiformisation est modérée [40]. La durée du

traitement par corset est longue, jusqu'à maturité squelettique, ce qui décourage souvent les patients, d'autant qu'il est souvent mal toléré chez les adolescents. Même si une efficacité du traitement par corset a été rapportée par certains auteurs, les résultats globaux peuvent être décevants. Il y a aussi une perte angulaire qui survient après l'arrêt du traitement (entre 5° et 20°), suggérant que la contention orthopédique ouvrirait l'espace discal antérieur mais sans caractère pérenne [14]. En ce qui concerne la lordose, les effets sont encore plus modestes. Il faut donc agir tôt, idéalement avant la cunéiformisation des corps vertébraux.

4.1. Traitement orthopédique d'immobilisation

Il a sa place ponctuellement dans les formes aiguës à titre antalgique mais il n'est pas recommandé au long cours car il favorise l'amyotrophie des muscles paravertébraux.

4.2. Traitement orthopédique correcteur

Plusieurs types de corsets ont été décrits, ils ont tous en commun un appui postérieur sur l'apex de la déformation et deux appuis antérieurs parasternaux pour rétro pulser les épaules.

4.2.1. Le corset plâtré correcteur

La réalisation de plâtre comme la mise en place de corset ont pour but de diminuer l'hyper-cyphose thoracique, donc de diminuer la surcharge mécanique de la partie antérieure des corps vertébraux. Cette décharge est censée favoriser la reprise d'une croissance normale sur la partie avant des vertèbres et de diminuer le mécanisme de cunéiformisation. Le principe s'inspire du corset « élévation-dérotation-flexion » (EDF) utilisé dans les scolioses. L'indication du traitement orthopédique est en général une cyphose évolutive > 60° avec un potentiel de croissance résiduel (et donc d'aggravation potentielle en l'absence de traitement) [9]. La souplesse, relative, du rachis est un prérequis indispensable (test du billot positif). Le traitement est associé aux exercices de kinésithérapie et de posture.

Le plâtre est réalisé sur une table de traction de Cotrel [41]. Le point d'appui postérieur essentiel se situe au-dessous de l'apex de la cyphose, de part et d'autre des épineuses. Deux contre-appuis antérieurs sont réalisés au niveau du pelvis et du manubrium sternal. La mise en flexion des hanches pendant la confection du plâtre permet de réduire la lordose lombaire grâce à la rétroversion pelvienne. Des zones d'expansions sont présentes au niveau de la cage thoracique et de la

cavité abdominale. La fenêtre d'expansion thoracique antérieure doit être très large pour ne pas entraver les mouvements respiratoires. Selon la tolérance, plusieurs plâtres successifs sont confectionnés à 2-3 semaines d'intervalle jusqu'à obtenir la correction souhaitée. La confection d'un appui occipito-mentonnier n'est pas recommandée dans cette indication est plutôt réservée aux hypercyphoses malformatives.

Il y a un risque de complication cutanée au niveau des points d'appui. Au niveau pelvien, la découpe doit être assez large pour ne pas empêcher la flexion de hanche et éviter la compression du nerf fémoro-cutané en position assise.

4.2.2. Correction progressive par adjonction de feutres

La correction est obtenue en augmentant progressivement la contrainte au niveau des zones d'appui en ajoutant des épaisseurs de feutre au corset plâtré initial après 2-3 semaines. Chaque semaine, du feutre est ajouté, avec une surveillance cutanée des zones d'appui. Un contrôle radiologique est effectué pour vérifier l'efficacité de la correction.

4.2.3. Corset de Milwaukee

Le principe du corset de Milwaukee est séduisant par son effet d'auto-élévation active du tronc qui tend à réduire les courbures rachidiennes dans le plan sagittal. Il est plutôt réservé aux jeunes enfants mais certains auteurs l'ont utilisé dans cette indication même chez des adolescents. Il peut être utilisé seul, ou en relais d'une correction plâtrée [41]. Malheureusement il est souvent mal toléré et arrêté précocement par près d'un patient sur deux surtout chez les patients les plus âgés [40]. Certains auteurs proposent l'utilisation d'un corset de type TLSO (Thoracic Lumbar Sacral Orthotic) à la place du Milwaukee [42].

4.2.4. Corset rigide anticyphose (Figure 6)

Le corset de type Milwaukee étant souvent mal toléré, il peut être remplacé par le corset bivalve anticyphose [13]. Ce type de corset est réalisé sur moulage du tronc. Lors du moulage, le patient doit être debout, les cuisses semi-fléchies pour limiter la lordose lombaire. Une fois de plus, il faut bien surveiller l'absence de troubles cutanés au niveau des zones d'appui. Le port du corset doit être poursuivi pendant toute la croissance résiduelle du tronc. Le port peut être uniquement diurne. Un corset hypercorrecteur nocturne peut aussi être prescrit mais ce dernier appuie fortement sur le rachis et peut être mal toléré.



Figure 6 : Corset rigide anticyphose.

5. Traitement chirurgical

Le traitement chirurgical reste exceptionnel et n'est pas consensuel. Un chapitre détaillé est consacré à ce sujet (cf. texte « Existe-t-il des indications chirurgicales dans le Scheuermann de l'adolescent ? » d'Antoine Hamel). Il est réservé en dernier recours aux patients en fin de croissance ou aux adultes. Il peut être indiqué en cas de cyphose sévère (> 70°), douloureuse, ou ayant des signes de souffrance neurologique, résistante à tous les autres traitements [37,38,41]. L'arthrodèse peut être postérieure ou combinée, avec ou sans ostéotomie(s) à l'apex de la déformation. L'instrumentation peut être hybride ou « tout-vis ». Cette arthrodèse doit être étendue en concernant 10 à 12 vertèbres, et descendre jusqu'au premier segment discovertébral lordotique (souvent de T2-T3 à L2-L3). Une arthrodèse courte entraîne une perte angulaire post-opératoire avec apparition d'une cyphose jonctionnelle très mal tolérée. Dans le cadre du bilan préopératoire, il est nécessaire de réaliser une IRM à la recherche d'anomalies médullaires, une protusion discale ou une compression médullaire à l'apex de la déformation car le risque majeur de cette chirurgie est la survenue d'une paraplégie. Il est d'ailleurs recommandé de ne pas chercher à corriger totalement la cyphose pour minimiser les complications neurologiques.

6. Indications

Les indications thérapeutiques dépendent essentiellement de l'âge de l'enfant, de la rigidité de sa déformation, de la localisation et du nombre de vertèbres impliquées ainsi que de l'existence de douleurs rebelles [42]. Les localisations thoracolombaire et lombaire donnent des déformations souvent modérées sur le plan angulaire mais elles sont plus fréquemment douloureuses du fait des hernies intraspongieuses ; elles relèvent généralement du traitement orthopédique, sauf pour les cas exceptionnels qui s'accompagnent de signes neurologiques, où un traitement chirurgical de libération médullaire suivie d'une arthrodèse

postérieure instrumentée devient nécessaire. Dans les localisations thoraciques, chez le petit enfant, la déformation est rarement importante, elle est toujours souple et accessible au traitement orthopédique. Dans le cadre d'une amélioration posturale, la rééducation peut être efficace, notamment lorsque le rachis thoracique n'est pas enraidie et que la courbe sagittale n'est pas trop conséquente (45°-55°). Cette rééducation travaillera sur l'étirement des ischio-jambiers et des pectoraux, ainsi que le renforcement des extenseurs du tronc.

Quand la courbure dépasse les 50°-55°, un corset peut être prescrit pour un port à plein temps (TLSO ou Milwaukee). Une rééducation peut être associée au port du corset, mais elle ne peut en aucun cas suffire à elle seule à redresser une cyphose déjà installée. Le traitement orthopédique doit être poursuivi jusqu'à la fin de la croissance pour prévenir une récurrence de la déformation [12-13]. Chez l'adolescent, la plupart des auteurs s'accordent sur l'efficacité du traitement orthopédique dans les formes encore souples ou quand le stade de Risser est inférieur à 3. Pour des formes plus raides, le traitement peut être débuté par une série de plâtres correcteurs. Il est rapporté dans la littérature une perte habituelle de correction de 10 à 20°, après l'arrêt du traitement orthopédique, dans au moins 30 % des cas [11]. Pour les cyphoses >70° les résultats fonctionnels sont moins bons [17]. Les troubles posturaux sévères, accompagnant les formes évoluées, sont sources de douleurs dégénératives discales, au niveau jonctionnel entre les déformations structuralisées et rigides et les segments mobiles [14]. De plus, les courbures compensatrices, telles que l'hyperlordose lombaire et les compensations cervicales, sont également sources de conflits mécaniques douloureux.

En général, la DRC guérit chez le garçon entre 16 et 18 ans, en laissant des séquelles visibles radiologiques, mais pas forcément de séquelle douloureuse.

Conclusion

Le meilleur traitement des DRC est préventif mais nous voyons la plupart du temps ces patients au stade des déformations osseuses qui sont presque impossibles à enrayer. Le but du traitement est alors d'essayer de faire en sorte que la déformation s'aggrave le moins possible, mais le traitement orthopédique par corset est long et souvent mal toléré par les adolescents. Les indications du traitement chirurgical sont exceptionnelles et seront envisagées qu'en fin de croissance et en dernier recours.

Références

1. Scheuermann H. Kyphosis dorsalis juvenilis. Ugest Laeger 1920;82:385-93.
2. Nectoux E. Maladie de Scheuermann. https://oer.uclouvain.be/jspui/bitstream/123456789/274/1/Eric_Nectoux_Cyphoses.pdf
3. Blumenthal SL, Roach J, Herring JA. Lumbar Scheuermann's. A clinical series and classification. Spine 1987;12:929-32.
4. Laumonier F, Lechevallier J. Maladie de Scheuermann et dystrophie rachidienne de croissance. Appareil Locomoteur, Paris: Elsevier Masson; 2008, p. 15-865-A-10.
5. Sorensen KH. Scheuermann's juvenile kyphosis, clinical appearances, radiography, actiology and prognosis. Munksgaard, Copenhagen; 1964.
6. Cleveland RH, DeLong GR. The relationship of juvenile lumbar disc disease and Scheuermann's disease. Pediatr Radiol 1981;10:161-4.
7. Serre H, Barjon M, Simon L. Les séquelles des dystrophies rachidiennes de croissance chez l'adulte. Rev Rhum Mal Osteoartic 1964;31:392-412.
8. Greene TL, Hensinger RN, Hunter LY. Back pain and vertebral changes simulating Scheuermann's disease. J Pediatr Orthop 1985;5:1-7.
9. Murray PM, Weinstein SL, Spratt KF. The natural history and long-term follow-up of Scheuermann kyphosis. J Bone Joint Surg Am 1993;75:236-48.
10. Montgomery SP, Erwin WE. Scheuermann's kyphosis : long-term results of Milwaukee braces treatment. Spine 1981;6:5-8.
11. Harreby M, Neergaard K, Hesselsøe G, Kjer J. Are radiologic changes in the thoracic and lumbar spine of adolescents risk factors for low back pain in adults? A 25-year prospective cohort study of 640 school children. Spine 1995;20:2298-302.
12. Ristolainen L, Kettunen JA, Heliövaara M, Kujala UM, Heinonen A, Schlenzka D. Untreated Scheuermann's disease: a 37-year follow-up study. Eur Spine J 2012;21:819-24.
13. Stoddard A, Osborn JF. Scheuermann's disease or spinal osteochondrosis: its frequency and relationship with spondylosis. J Bone Joint Surg Br 1979;61:56-8.
14. Paajanen H, Alanen A, Erkintalo M, Salminen JJ, Katevuo K. Disc degeneration in Scheuermann disease. Skeletal Radiol 1989;18:523-6.
15. Osti OL, Fraser RD. MRI and discography of annular tears and intervertebral disc degeneration. A prospective clinical comparison. J Bone Joint Surg Br 1992;74:431-5.
16. Salminen JJ, Erkintalo MO, Pentti J, Oksanen A, Korman MJ. Recurrent low back pain and early disc degeneration in the young. Spine 1999;24:1316-21.
17. Soo CL, Noble PC, Esses SI. Scheuermann kyphosis: long-term follow-up. Spine J 2002;2:49-56.
18. Cho W, Lenke LG, Bridwell KH, Hu G, Buchowski JM, Dorward IG, et al. The prevalence of abnormal preoperative neurological examination in Scheuermann kyphosis: correlation with X-ray, magnetic resonance imaging, and surgical outcome. Spine 2014;39:1771-6.
19. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. Spine 2005;30:346-53.
20. Tyrakowski M, Janusz P, Mardjetko S, Kotwicki T, Siemionow K. Comparison of radiographic sagittal spinopelvic alignment between skeletally immature and skeletally mature individuals with Scheuermann's disease. Eur Spine J 2015;24:1237- 43.
21. Tyrakowski M, Mardjetko S, Siemionow K. Radiographic spinopelvic parameters in skeletally mature patients with Scheuermann disease. Spine. 2014;39:E1080-5.
22. Jiang L, Qiu Y, Xu L, Liu Z, Wang Z, Sha S, et al. Sagittal spinopelvic alignment in adolescents associated with Scheuermann's kyphosis: a comparison with normal population. Eur Spine J 2014;23:1420-6.
23. Hellström M, Jacobsson B, Swärd L, Peterson L. Radiologic abnormalities of the thoraco-lumbar spine in athletes. Acta Radiol 1990;31:127-32.
24. Wojtys EM, Ashton-Miller JA, Huston LJ, Moga PJ. The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. Am J Sports Med 2000;28:490-498.
25. Lowe TG. Scheuermann disease. J Bone Joint Surg Am 1990;72:940-5.
26. Cubillé V. Etude de la dystrophie rachidienne de croissance en imagerie EOS et de ses facteurs associés chez 97 jeunes skieurs de haut niveau. Thèse de Médecine, 2018, Université de Grenoble Alpes.
27. Sanz-Mengibar JM, Sainz-de-Baranda P, Santonja-Medina F. Training intensity and sagittal curvature of the spine in male and female artistic gymnasts. J Sports Med Phys Fitness 2018;58:465-71.
28. Förster R, Penka G, Bösl T, Schöffl VR. Climber's back--form and mobility of the thoracolumbar spine leading to postural adaptations in male high ability rock climbers. Int J Sports Med 2009;30:53-9.
29. Alricsson M, Werner S. Young elite cross-country skiers and low back pain-A 5-year study. Phys Ther Sport 2006;7:181-4.

30. Keene JS, Drummond DS. Mechanical back pain in the athlete. *Compr Ther* 1985;11:7-14.
31. Nilsson C, Wykman A, Leanderson J. Spinal sagittal mobility and joint laxity in young ballet dancers. A comparative study between first-year students at the Swedish Ballet School and a control group. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993;1:206-8.
32. Wodecki P, Guigui P, Hanotel MC, Cardinne L, Deburge A. Sagittal alignment of the spine: comparison between soccer players and subjects without sports activities. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;88:328-36.
33. Grabara M. Comparison of posture among adolescent male volleyball players and non-athletes. *Biol Sport* 2015;32:79-85.
34. Grabara M. A comparison of the posture between young female handball players and non-training peers. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2014;27:85-92.
35. Muyor JM, Sánchez-Sánchez E, Sanz-Rivas D, López-Miñarro PA. Sagittal spinal morphology in highly trained adolescent tennis players. *J Sports Sci Med* 2013;12:588-93.
36. González-Gálvez N, Gea-García GM, Marcos-Pardo PJ. Effects of exercise programs on kyphosis and lordosis angle: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 2019;14:e0216180.
37. Hosman AJ, Langeloo DD, de Kleuver M, Anderson PG, Veth RP, Slot GH. Analysis of the sagittal plane after surgical management for Scheuermann's disease: a view on overcorrection and the use of an anterior release. *Spine* 2002;27:167-75.
38. Tsirikos AI, Jain AK. Scheuermann's kyphosis; current controversies. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93:857-64.
39. Riddle EC, Bowen JR, Shah SA, Moran EF, Lawall H. The duPont kyphosis brace for the treatment of adolescent Scheuermann kyphosis. *J South Orthop Assoc* 2003;12:135-40.
40. Sachs B, Bradford D, Winter R, Lonstein J, Moe J, Willson S. Scheuermann kyphosis. Follow-up of Milwaukee-brace treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:50-7.
41. Abelin K, Vialle R, Morin C, Leclair-Richard D. Traitement orthopédique des hypercyphoses en période de croissance. *Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*, Elsevier Masson SAS; 2009, p. 44192.
42. Miladi L. Cyphoses régulières et angulaires chez l'enfant. *Conférences d'enseignement de la SOFCOT*, 2012. Elsevier Masson éditeurs.

DOI : 10.34814/SOFOP-2020-012